

A-20

## APOYO A LA GESTIÓN DEL AGUA EN ALTA EN LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA CON TELEDETECCIÓN

*Quintilla, R.<sup>1</sup>, Portero, C.<sup>2</sup>, Casterad, M.A.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña (CGRCAyC), C/Lérida nº18, 22500 Binéfar (Huesca), roberto@cayc.es

<sup>2</sup> Ingeniero Técnico Agrícola, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Unidad de Suelos y Riegos (asociada a la EEAD-CSIC). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, ciportero@cita-aragon.es

<sup>3</sup> Investigador, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Unidad de Suelos y Riegos (asociada a la EEAD-CSIC). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, acasterad@aragon.es

### Resumen

Durante el año 2013 se ha usado la teledetección en la Zona Regable del Canal de Aragón y Cataluña con el fin de caracterizar a tiempo real el tipo de cultivos existente y su grado de desarrollo. El conocimiento de estos dos factores es fundamental para predecir las demandas de riego futuras, y con ello, hacer una mejor gestión del agua. Para ello, y fruto de un Convenio entre la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón se ha llevado a cabo, con imágenes Landsat 8, la definición del mapa de cultivos de toda la zona regable, así como el seguimiento en su evolución, con la intención de, conocidas las demandas de agua previsibles, poder realizar las asignaciones bisemanales de agua de forma más ajustada. En el artículo se muestran los resultados de esta primera campaña y se pone de manifiesto la relación entre cultivos y su desarrollo con los consumos reales de agua. Los resultados encontrados sirven como base para futuros trabajos de previsión de demandas hídricas en base a información obtenida con teledetección.

### 1- Introducción y Objetivos

Con sus más de 100 años de historia, el Canal de Aragón y Cataluña constituye una de las zonas regables de mayor potencial agroindustrial de Europa. Situada a caballo de las provincias de Huesca y Lleida, suministra a unas 105.000 Ha de riego, así como a 37 municipios y miles de explotaciones agrarias y ganaderas.

El sistema se vertebra entorno a dos elementos. El primero, el Canal en sí mismo, una infraestructura que constituyó un auténtico reto para la ingeniería civil española de finales del siglo XIX y principios del XX. Como segundo, la zona regable que ha generado una economía basada en la actividad agroindustrial, en la que, por las propias particularidades del sistema de riegos, la adecuada gestión del agua es imprescindible.

La Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña (CGRCAyC) realiza Gestión del Agua en Alta, de manera que en función de las demandas existentes en la zona regable y la disponibilidad del recurso realiza un prorrateo, es decir, asigna cada dos semanas una dotación máxima de agua de riego.

Evidentemente, la definición de ese prorrateo es un factor crítico ya que debe combinar aspectos a priori antagónicos. Por una parte, debe garantizar el riego y fomentar la producción agraria en cualquier momento; y por otra parte, debe permitir asegurar la disponibilidad de recurso hasta el final de la Campaña de Riegos. Adoptar valores erróneamente altos de prorrateo en fechas tempranas puede conllevar el fin anticipado del agua embalsada, impidiendo que se cubran las necesidades de los cultivos que requieren riego en las últimas fechas de Campaña, y sin embargo, adoptar valores excesivamente conservadores (bajos) puede provocar pérdidas en los cultivos, injustificadas si alcanzadas las fechas propias de cierre de Campaña todavía se dispone de agua en los embalses. Es decir, el recurso debe agotarse al finalizar la Campaña de Riegos, ni antes ni después.

Determinar el prorrateo es una decisión que debe tomarse conociendo en profundidad los factores que influyen en la disponibilidad y demanda hídrica. El conocimiento de la disponibilidad hídrica se basa en la información sobre volúmenes embalsados, caudales actuales, series históricas e información de los modelos de reserva de nieve. Es en lo relativo a las demandas donde la incertidumbre es mayor, pues si bien se dispone de series históricas de demandas de años anteriores, no se tiene conocimiento de los cultivos a tiempo real, siendo por tanto imposible caracterizar las demandas a lo largo de la campaña de riego.

Todo ello ha llevado a la CGRCAYCa buscar métodos de obtener dicha información, constatándose que la teledetección, y concretamente las imágenes de satélite, pueden ser una buena opción. Dos ejemplos de aplicación de la teledetección en España relacionados con el tema que nos ocupa son la utilización de imágenes de baja resolución para el seguimiento en tiempo real del desarrollo del estado de los cultivos en Andalucía (REDIAM, s.f.; Junta de Andalucía, 2002), y la utilización de imágenes de media resolución para identificar y discriminar año a año los cultivos de regadío y ver la evolución de superficies de regadío en el acuífero Mancha Oriental, Castilla la Mancha (Calera y Martín de Santa Olalla, 2005; JCRMO, s.f.). En Aragón, ya se han usado imágenes Landsat para identificación y estimación de superficie de cultivos en polígonos de riego y Comunidad de regantes con buenos resultados (Casterad y col., 2010), si bien no se ha abordado en extensiones tan grandes como la CGRCAYC el seguimiento de los cultivos a lo largo de una campaña agrícola, ni el seguimiento a tiempo real.

En este trabajo se persigue caracterizar a lo largo de la campaña de riegos la distribución espacial de los cultivos existentes, así como, evaluar el grado de desarrollo de los mismos, para posteriormente relacionarlo con los consumos de agua. Para ello, se utilizan imágenes Landsat 8 y se evalúa su potencial en la Comunidad de Regantes para los fines perseguidos.

## 2- Materiales y Métodos

Las 105.000 Ha que se incluyen en la CGRCAYC se reparten entre 131 comunidades de regantes. De toda esa superficie, aproximadamente la mitad se riega por aspersión (cobertura fija y pivotes) y la otra mitad por gravedad y goteo (27 y 23% respectivamente). La CGRCAYC está dividida en cinco fielatos o zonas de riego: *Fielato de la Almunia* (5.974 ha), *Fielato de Tamarite* (16.566 ha); *Fielato de Zaidín* (37.480 ha), *Fielato de Raimat* (26.211 ha) y *Fielato de Fraga* (17.350 ha) que se riegan con agua del Canal de Aragón y Cataluña.

Predominan los frutales, tanto de hueso como de pepita, y los cultivos extensivos entre los que destacan los cereales de invierno (trigo y cebada principalmente), cereales de verano (maíz principalmente) y forrajeras

(alfalfaprincipalmente). Estos cultivos suponen aproximadamente el 90% de la superficie de la zona regable.

Durante la campaña de riegos de verano de 2013 se procedió a la monitorización con teledetección de la superficie cultivada y evolución de su desarrollo vegetativo en la zona regable de la CGRCAYC. Se utilizaron 10 imágenes del satélite Landsat 8 (6 de la escena 198/31 y 4 de la 199/31) del periodo 25 de mayo a 14 de septiembre de 2013, e información sobre tipo de cultivos y características de los mismos (verdad-terreno) recopilada en campo durante los primeros 10 días de julio de 2013 en una muestra de 341 parcelas que representaba el 4,7% de la superficie de la zona regable. Tras la corrección radiométrica de las imágenes, imágenes disponibles en el servidor del USGS con corrección geométrica, se obtuvo a partir de las reflectividades del infrarrojo cercano (banda 5 del sensor OLI) y del rojo (banda 4 del sensor OLI) el índice de vegetación de la diferencia normalizada (NDVI) de cada una de las imágenes de la siguiente manera:

$$\text{NDVI} = (\text{infrarrojo cercano} - \text{rojo}) / (\text{infrarrojo cercano} + \text{rojo})$$

Con los NDVI y la verdad-terreno se identificaron mensualmente los cultivos y ocupaciones en la zona regable combinando diferentes métodos de clasificación, supervisadas, no supervisadas y árboles de decisión. Dicha identificación se fue afinando conforme se incorporaban nuevas imágenes a la clasificación. Finalmente, se elaboró el mapa de cultivos y ocupaciones de verano de 2013.

Asimismo, se determinó el grado de desarrollo o actividad vegetativa de los cultivos. Para cada fielato y comunidad se extrajo la superficie ocupada por superficie de agua profunda y sombras ( $\text{NDVI} \leq 0$ ), la de nubes y suelos desnudo ( $\text{NDVI}$  de 0 a 0,2), la que presentaba vegetación poco densa ( $\text{NDVI}$  de 0,2 a 0,5) y la que tenía vegetación densa ( $\text{NDVI} > 0,5$ ). Se determinó la superficie que en cada fielato y cada comunidad de regantes presentaba cada una de las categorías de NDVI establecidas.

La información se integró en un SIG y se analizó y se estudió la distribución espacio temporal de los cultivos y de su desarrollo. Para cada mes de la Campaña de Riegos de verano se obtuvo la superficie de cultivo y grado de desarrollo de los cultivos en la zona regable. Finalmente, dicha información se relacionó con las demandas reales de agua a tres niveles: gran Zona Regable, Fielato y Comunidad de Regantes.

### 3- Resultados y Discusión

#### ***Cultivos y ocupaciones***

Las imágenes utilizadas han permitido discriminar los principales cultivos y ocupaciones de la zona regable con buena fiabilidad, consiguiéndose para la zona regable de la CGRCAYC un mapa de cultivos y ocupaciones en verano de 2013 cuya fiabilidad global es del 91%.

En este verano la superficie de la zona regable se reparte principalmente en cuatro grupos de cultivos y ocupaciones (Tabla 1): *Cultivos de verano* con el 30% de la superficie, *Leñosos* con el 24%, *Forrajeras* con el 24% y *Sin cultivo* con el 20% asociado principalmente a fincas dedicadas a cereal de invierno que no realizaron segundas cosechas. Prácticamente toda la superficie de los *Cultivos de verano* corresponde a maíz, donde un poco menos de la mitad es segunda cosecha. La superficie de *Leñosos* se ocupa principalmente frutales con algo de viña y olivo. Las imágenes utilizadas no permiten una discriminación individualizada de estos cultivos con fiabilidades aceptables. El cultivo forrajero presente en verano es la alfalfa con una importante representación en la zona regable. En *Sin Cultivo* quedan incluidas

las parcelas que no tienen ningún cultivo durante el verano. Dichas parcelas están en barbecho, improductivo, con monteriza, labradas o presentar rastrojo de algún cultivo de invierno.

Tabla 1 - Porcentaje de la superficie regable de la CGRCAYC y de cada fielato, ocupada en verano de 2013 por los diferentes cultivos y ocupaciones.

CULTIVOS Y OCUPACIONES	FIELATOS					ÁREA REGABLE
	Almunia	Fraga	Raimat	Tamarite	Zaidín	
Alfalfa	20,66	16,17	26,24	26,68	24,05	23,51
Arroz	0,00	0,78	0,00	0,00	0,09	0,16
Maíz	22,55	5,72	12,95	23,49	17,88	15,77
Maíz 2ª cosecha	17,84	6,19	13,03	17,26	14,36	13,32
Girasol	0,90	0,31	0,36	0,35	0,92	0,59
Leñosos	0,46	58,63	24,51	8,06	17,64	23,72
Sin cultivo	36,15	9,92	20,19	21,50	22,55	20,45
Otros	1,10	0,74	1,20	1,23	0,65	0,92
Masas agua	0,34	1,54	1,52	1,42	1,85	1,56
TOTAL	100	100	100	100	100	100

La mayoría de los cultivos y ocupaciones con importante representación en la zona regable se presentan en todos los fielatos, si bien es importante resaltar que en los fielatos de Fraga, Zaidín y Raimat se encuentra el 95% de la superficie total de *Leñosos*, destacando el fielato de Fraga con un 42% de la superficie de leñosos.

Atendiendo a la distribución de cultivos y ocupaciones presentes en verano en la zona regable de cada fielato (Tabla 1) se pueden establecer tres grupos. En un grupo está el fielato de la Almunia, donde la mayor parte de la superficie de la zona regable, un 42%, está ocupado por *Cultivos de verano* (Maíz, Maíz 2º cosecha y Girasol). De todos los fielatos, el de la Almunia destaca por ser el que tiene el mayor porcentaje de su superficie *Sin cultivo* en verano, un 36% y en donde los *Leñosos* ocupan un pequeñísimo porcentaje, menos del 1%, de la superficie de la zona regable del fielato. En otro grupo está el fielato Fraga donde predominan claramente los *Leñosos* (58%) siendo el fielato en el que la superficie *Sin cultivo* es la menor, un 10%. El último grupo está compuesto por el resto de los fielatos donde predominan los *Cultivos de verano* y donde la superficie *Sin cultivo* está entre el 20 y 23%. El porcentaje de superficie ocupada por *Leñosos* varía en cada fielato y el de Alfalfa, cercano o algo superior al 25%, es mayor al que se da en los fielatos de Almunia y Fraga.

En Casterad y col. (2013) puede consultarse información relativa a la distribución espacial y evolución del desarrollo vegetativo de los cultivos y ocupaciones de la zona regable de la CGRCAYC en verano de 2013.

### **Desarrollo vegetativo**

En general, tanto en la gran Zona Regable como en los Fielatos y Comunidad de Regantes, se observa un patrón bastante similar en cuanto a porcentaje de superficie con determinado desarrollo vegetativo y en cuanto a distribución temporal del mismo, conforme a la categorización NDVI entre 0 y 0,2, escaso o nulo desarrollo vegetativo; entre 0,2 y 0,5, desarrollo vegetativo medio y mayor de 0,5, buen desarrollo vegetativo. Es sobre todo a nivel de comunidades de regantes donde las diferencias en el mencionado patrón se hacen más evidentes.

Durante el periodo estudiado, predominan las superficies con desarrollo vegetativo medio y buen desarrollo vegetativo y las superficies con nulo o escaso desarrollo vegetativo son menos relevantes. Los cambios observados obedecen a las transiciones entre cultivos de invierno y cultivos de verano al inicio del periodo de estudio (mayo-junio) y a las variaciones de actividad vegetativa en los cultivos de verano y permanentes durante el resto de los meses. Las particulares condiciones meteorológicas de 2013 han condicionado las cosechas de extensivos de invierno y algunas siembras de cultivos de verano que han venido retrasadas, lo que hace que los resultados obtenidos sean particulares para el año en curso.

Se presentan y analizan a continuación los resultados obtenidos para Fielatos, como ejemplo de la información derivada de las imágenes que se ha obtenido. La superficie con NDVI inferiores a cero tiene escasa relevancia y nunca superan el 1% de la superficie de la zona regable del fielato. Esta superficie corresponde principalmente a las balsas que están llenas con agua. La superficie con nulo o escaso desarrollo vegetativo en ningún caso supera el 13% de la superficie de la zona regable del fielato, apreciándose un paulatino descenso de la misma en el primer mes de estudio, del 25 de mayo a 26 de junio; manteniéndose bajo durante el mes de julio; y volviendo a incrementarse para mantenerse más o menos constante hasta la última fecha estudiada, 14 de septiembre. Las superficies correspondientes a un desarrollo vegetativo medio y buen desarrollo vegetativo son las que predominan en los fielatos desde finales de mayo a mediados de septiembre, presentando en muchos casos valores próximos al 45-50%. En general, el porcentaje de superficie con buen desarrollo es superior al porcentaje de superficie con desarrollo vegetativo medio, variando la proporción de uno y otro a lo largo del periodo de estudio. A finales de mayo el porcentaje de superficie con buen desarrollo vegetativo suele ser mayor al de desarrollo vegetativo medio. Sin embargo, dicho porcentaje tiende a igualarse en julio, para volver a imponerse en agosto donde se dan las mayores diferencias entre ambos (aproximadamente 60% frente a 30%).

Cuando se analiza qué porcentaje de la superficie de zona regable de cada fielato presenta en cada fecha cada uno de los estados de desarrollo vegetativo establecidos, se ve que en todos los fielatos y para todas las fechas el 25% de la superficie de la zona regable presenta escaso o nulo desarrollo vegetativo; entre el 25 y 50% de la superficie presenta en la mayoría de los casos desarrollo vegetativo medio, excepto Almunia para 1 de junio, 26 de junio y 12 de julio y ZaidínTamarite y Raimat para 26 de junio que presentan entre el 50 y 75% de su superficie con este desarrollo; y habiendo buen desarrollo vegetativo en el 25-50% de la superficie o 50-75% de la misma según fechas y fielatos. En cuanto a la superficie con buen estado desarrollo vegetativo señalar que Almunia en todas las fechas analizadas presenta entre el 25 y 50% con este estado y que Fraga es el único fielato que en todas las fechas lo presenta en el 50-70% de su superficie.

### ***Relación cultivos-desarrollo-demanda de riego***

Como se ha comentado, el fin en sí mismo no es conocer los cultivos existentes, sino disponer de una herramienta que permita, a nivel cualitativo, predecir cuales pueden ser las demandas de riego a lo largo de la Campaña de Riegos. Para ello, se ha de verificar la relación directa entre cultivos-desarrollo-demanda de riego.

Se presentan los resultados de tres comunidades de regantes "testigo" con producciones muy marcadas. Dichas comunidades se han elegido atendiendo a los siguientes aspectos: dominancia clara de un cultivo, que dicho cultivo fuera distinto en cada caso, y que fueran cultivos con comportamiento hídricos diferentes. En ellas se debería poder poner de manifiesto la concordancia entre el cultivo y el desarrollo de la masa verde ( $NDVI > 0,5$ ), información obtenida con teledetección, con el consumo de

agua y tener así una validación de la utilidad de la metodología seguida. En otras comunidades, con porcentajes más repartidos entre los distintos cultivos sería mucho más complicado detectar la fiabilidad del método.

En la Tabla 2 se muestran los tres casos elegidos. El Caso nº1 hace referencia a una comunidad con una importante producción en maíz, el Caso nº2 se trata de una comunidad donde dominan las dobles cosechas cereal de invierno-maíz ciclo corto, y el Caso nº3 corresponde a una comunidad donde predominan los frutales.

Tabla 2 - Distribución de cultivos (%) de verano de 2013 en las 3 comunidades "testigo" elegidas.

CULTIVOS Y OCUPACIONES	CASO Nº1	CASO Nº2	CASO Nº3
Alfalfa	7,72	6,24	3,96
Arroz	0,00	0,00	0,00
Maíz 1º cosecha	<b>57,77</b>	4,12	2,77
Maíz 2ª cosecha	17,53	7,14	<b>62,03</b>
Girasol	2,33	0,50	0,00
Leñosos	0,14	<b>61,40</b>	1,02
Sin cultivo	14,07	17,35	27,86
Otros	0,42	1,17	0,18
Masas agua	0,02	2,08	2,19

El comportamiento hídrico no es el mismo en una comunidad en la que domina el maíz, que en una en la que predominan las segundas cosechas o una de frutal. Una comunidad con predominio del maíz se caracteriza por un incremento paulatino del desarrollo del cultivo y por tanto del NDVI durante la campaña de riegos hasta los meses de julio y agosto en los que el cultivo alcanza su máximo desarrollo vegetativo y las máximas demandas hídricas. El Caso 1 responde a este comportamiento tal y como se aprecia en la Figura 1. Se pone de manifiesto la concordancia entre aumento de la superficie de la comunidad con "masa verde" y consumo de agua, hasta que en septiembre deja de regarse el cultivo para que se seque y se pueda cosechar.

Una comunidad con mucho frutal presenta unas variaciones menos acentuadas, tanto en consumo de agua como a cambios en el desarrollo vegetativo (NDVI estable) pues durante la campaña de riego de verano los frutales tienen toda su masa vegetativa ya desarrollada. El Caso 2, donde predominan los frutales, responde claramente a lo esperado (Figura 2).

Finalmente, en una comunidad donde las dobles cosechas son relevantes las variaciones en cuanto a desarrollo vegetativo (NDVI) y consumos de agua van asociadas al ciclo de los cultivos. Así, mientras el cultivo de primera cosecha se desarrollase aprecia un aumento progresivo del NDVI, el cuál desciende notablemente en cuanto se cosecha, y tras la siembra del cultivo de segunda cosecha vuelve a aumentar progresivamente hasta que el segundo cultivo alcanza su pleno desarrollo. El Caso 3, que corresponde a una comunidad con doble cosecha, cereal de invierno-maíz ciclo corto, sigue este comportamiento tal y como puede apreciarse en la Figura 3. Los valores de consumo de agua presenta gran variabilidad entre junio (cosecha del cereal) y los meses posteriores (riego intenso del maíz de segunda cosecha). Es anormal el valor bajo de consumo de agua en mayo (último riego del cereal, con un desarrollo vegetativo todavía importante). Sin duda fue debido a un final de abril primeros de mayo muy húmedo en esa zona que no hizo necesaria aportaciones importantes de agua de riego.

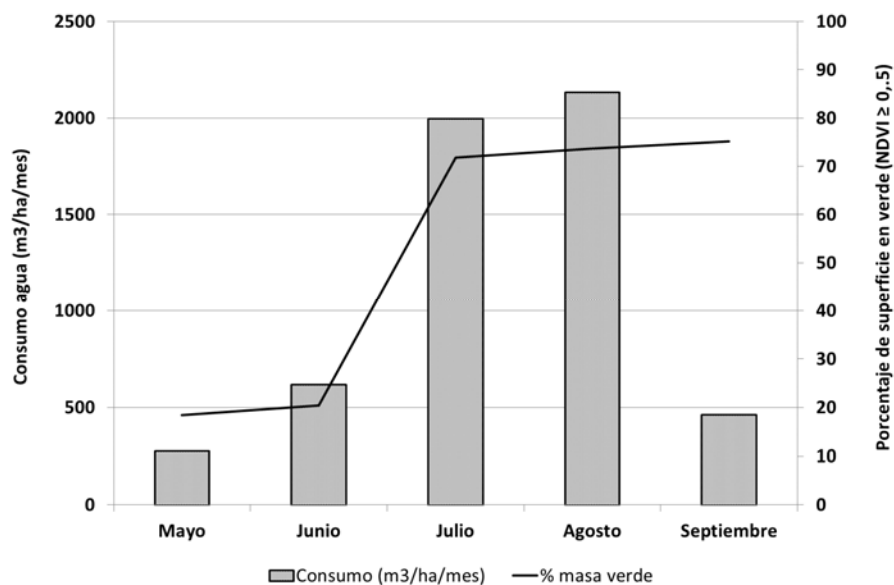


Figura 1 - Evolución masa verde y consumo agua en la comunidad con predominio de maíz del Caso nº1.

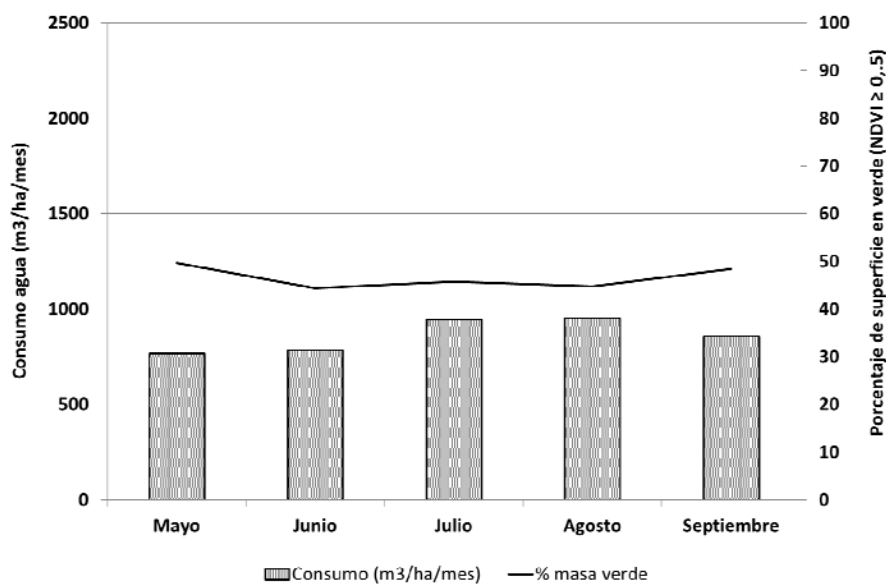


Figura 2 - Evolución masa verde y consumo agua en la comunidad con predominio de frutales del Caso nº2.

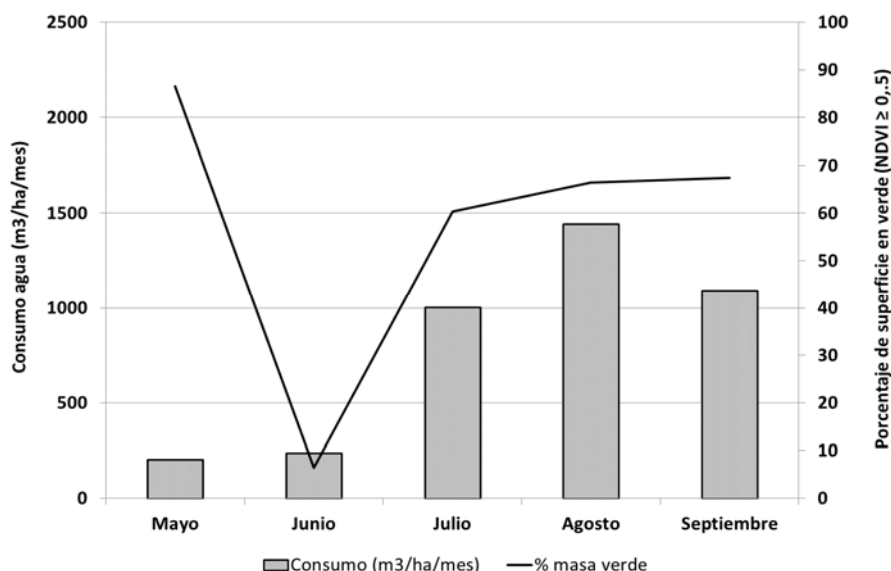


Figura 3 - Evolución masa verde y consumo agua en la comunidad con predominio de dobles cosechas del Caso nº3.

#### 4- Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados en comunidades de regantes “testigo” han sido satisfactorios y respaldan el método seguido dada la coherencia entre cultivo, desarrollo y consumo de agua. Visto lo visto, la monitorización de cultivos de una gran Zona Regable se convierte en una herramienta a tener en cuenta para la toma de decisiones frente una eventual sequía. La teledetección, concretamente las imágenes de satélite Landsat 8 y las metodologías presentadas, se han mostrado como una técnica de gran utilidad en apoyo a la gestión del agua en alta en la zona regable del Canal de Aragón y Cataluña, al permitir identificar y realizar el seguimiento de los principales cultivos de su Zona Regable y relacionarlo con la demanda hídrica existente. La utilización conjunta de teledetección y SIG ha resultado idónea para presentar y gestionar la información generada.

Con un seguimiento mensual de los cultivos, mapas de cultivo e indicador NDVI, se puede hacer una previsión de las demandas a medio plazo, al caracterizarse perfectamente los cultivos existentes y su desarrollo. Cada cultivo tiene un patrón de consumo que, gracias a estas técnicas, se puede extrapolar para caracterizar las demandas de riego futuras.

Adicionalmente, la información presentada es la base para nuevos estudios, tales como análisis económicos, influencia de los mercados en los cultivos y el consumo de agua, influencia de las modernizaciones en la modalidad de cultivos, necesidad de adecuar o implantar nuevas infraestructuras hídricas, etc. Ahora bien, el trabajo debe tener carácter plurianual, buscando crear un modelo que relacione cultivos-desarrollo-demanda hídrica, de manera que, en función de los cultivos existentes sea posible predecir (con el mayor criterio posible) cuáles serán las demandas hídricas de la zona regable.

Vistas las posibilidades de la teledetección para llevar a cabo este análisis, de momento cualitativo, se debe profundizar en el uso de esta herramienta como método de estimación cuantitativo de las demandas futuras de riego (a nivel de comunidad, fielato o toda la zona regable).



## 5-Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del convenio CITA-CGRCAVC suscrito en 2013. Se agradece a Rosa Gómez del CITA su aportación en los trabajos de SIG y a los vocales de la Junta de la CGRCAYC la recopilación en campo de información sobre los cultivos.

## 6-Bibliografía

- Calera, A. y Martín de Santa Olalla, F. 2005. Uso de la teledetección en el Seguimiento de los cultivos de regadío. En Martín de Santa Olalla, López y Calera (Ed.) *Agua y Agronomía*. Mundiprensa. Capítulo XIV, pp 523-582.
- Casterad, M.A., Portero, C y Gómez R. 2013. Monitorización con teledetección de la superficie cultivada y evolución de su desarrollo vegetativo en la zona regable del Canal de Aragón y Cataluña en verano de 2013. Convenio CGRCAYC-CITA, Memoria y anejos.
- Casterad, M.A. y Martinez-Cob. A. 2010. Aplicación de la teledetección a la mejora del manejo y gestión del agua de riego en Aragón. *Monográfico Riegos del Alto Aragón Incorporación de la teledetección a la gestión del agua en la agricultura*, pp 7-9.
- Junta de Andalucía. 2002. Seguimiento del estado de los cultivos en Andalucía. *Boletín SIMANCTEL* nº0. Servicio de Estudios y Estadística. Consejería de Agricultura y Pesca. 14pp.
- REDIAM-Red de Información Ambiental de Andalucía. (s.f.) <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam> [Consulta: 31 de marzo de 2014]
- JCRMO-Junta Central de Regantes de La Mancha Oriental. Memorias (s.f.) <http://www.jcrmo.org/index.php?id=38>[Consulta: 31 de marzo de 2014]